

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-050828

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

G01L 3/10  
 B62D 5/04  
 G01L 5/22  
 // B62D 5/06

(21)Application number : 11-222016

(71)Applicant : SUZUKI MOTOR CORP

(22)Date of filing : 05.08.1999

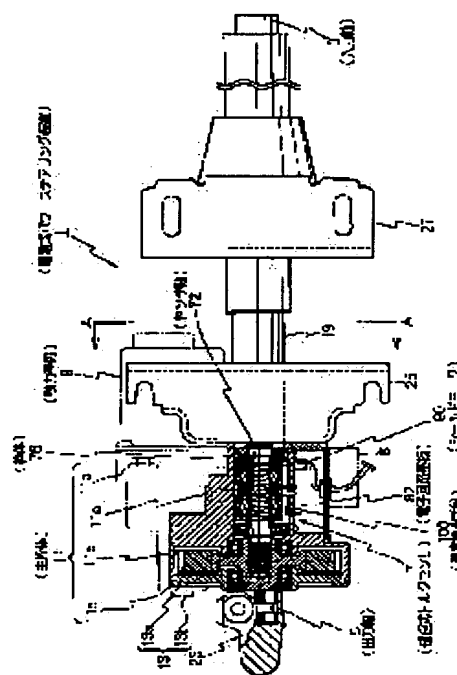
(72)Inventor : AZUMA KENICHI  
TERADA MITSUNOBU

## (54) MAGNETOSTRICTIVE TORQUE SENSOR AND POWER STEERING SYSTEM EMPLOYING IT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a magnetostrictive torque sensor insusceptible to the accuracy of sensor output signal which is susceptible to temperature variation of a coil.

**SOLUTION:** The magnetostrictive torque sensor comprises a sensor shaft 72 receiving a torque, a torque detection means 78 for detecting the permeability of a magnetostrictive layer 74 formed on the sensor shaft 72 and outputting torque information, a circuit for calculating a torque being applied to the sensor shaft 72 based on the torque information received from the torque detection means 78, an electronic circuit board 82 carrying the torque calculation circuit, a temperature detecting means 100 outputting the temperature information on the torque detection means to the electronic circuit board 82 in order to temperature correct the torque value, and a frame for securing the electronic circuit board 82. The electronic circuit board 82 is secured to the frame 76 while facing the torque detection means 78 in proximity thereto and the temperature detecting means 100 is disposed on the side of the electronic circuit board 82 facing the torque detection means 78 at a position closest thereto.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-50828

(P2001-50828A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

G 0 1 L 3/10

G 0 1 L 3/10

A 2 F 0 5 1

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

3 D 0 3 3

G 0 1 L 5/22

G 0 1 L 5/22

// B 6 2 D 5/06

B 6 2 D 5/06

B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平11-222016

(22) 出願日

平成11年8月5日 (1999.8.5)

(71) 出願人 000002082

スズキ株式会社

静岡県浜松市高塚町300番地

(72) 発明者 東 賢一

静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式  
会社内

(72) 発明者 寺田 光伸

静岡県浜松市高塚町300番地 スズキ株式  
会社内

(74) 代理人 100079164

弁理士 高橋 勇

Fターム(参考) 2F051 AA01 AB05 AC04 BA03

3D033 CA03 CA11 CA16 CA21 CA28

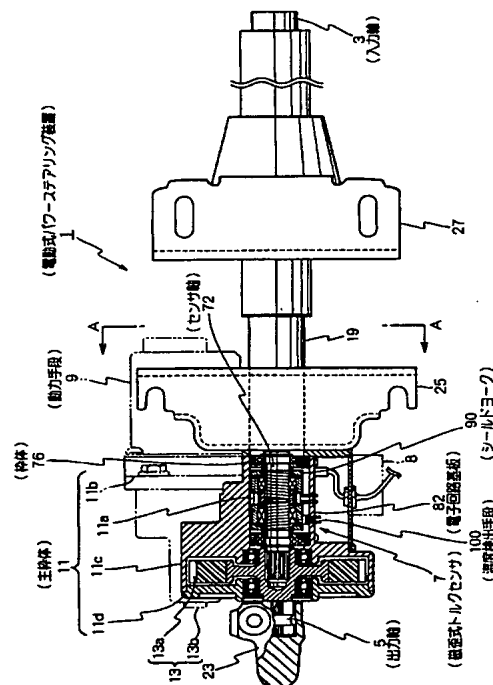
DB05

(54) 【発明の名称】 磁歪式トルクセンサ及びこれを用いたパワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 コイルの温度変化によりセンサ出力信号の精度が影響を受けない磁歪式トルクセンサを提供する。

【解決手段】 トルクが入力されるセンサ軸72と、このセンサ軸72に形成された磁歪層74の透磁率を検出してトルク情報を出力するトルク検出手段78と、このトルク検出手段78から出力されたトルク情報に基づいて前述したセンサ軸72に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板82と、この電子回路基板82に対して前述したトルク値の温度補正のために前述したトルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段100と、前述した電子回路基板82を固定する枠体76とを備えている。さらに、前述した電子回路基板82を前記トルク検出手段78に対向させると共に近接させて前述した枠体76に設け、さらに、この電子回路基板82の前記トルク検出手段78と対向する面側であって、前述したトルク検出手段78の最近傍位置に前述した温度検出手段100を設けたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トルクが入力されるセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたトルク情報に基づいて前記センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板と、この電子回路基板に対して前記トルク値の温度補正のために前記トルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前記電子回路基板を固定する枠体とを備え、前記電子回路基板を前記トルク検出手段に対向させると共に近接させて前記枠体に設け、さらに、この電子回路基板の前記トルク検出手段と対向する面側であって、前記トルク検出手段の最近傍位置に前記温度検出手段を設けたことを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項2】 トルクが入力されるセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するコイル状のトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたトルク情報に基づいて前記センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板と、この電子回路基板に対して前記トルク値の温度補正のために前記トルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前記電子回路基板を固定する枠体と、前記トルク検出手段の外周面に前記トルク検出手段の磁束の漏れを小さくするシールドヨークと、前記トルク検出手段が巻装されたコイルボビンとを備え、前記電子回路基板を前記トルク検出手段に対向させると共に近接させて前記枠体に設け、前記コイルボビンの前記電子回路基板との対向面であって、前記トルク検出手段が巻装されている近傍に前記温度検出手段を付設し、さらに、この温度検出手段を接続手段を介して前記電子回路基板に接続したことを特徴とする磁歪式トルクセンサ。

【請求項3】 前記トルク検出手段を、前記シールドヨークに予め設けられた切欠き部の内面のコイルボビンに付設したことを特徴とする請求項2記載の磁歪式トルクセンサ。

【請求項4】 ステアリングホイールに連結された入力軸と、操舵輪に操舵力を出力する出力軸と、この各々の軸端間に介在する磁歪式トルクセンサと、この磁歪式トルクセンサの検出トルクに応じて前記出力軸に補助操舵力を付与する動力手段と、これら各部材を収納する主枠体とを有するパワーステアリング装置であって、前記磁歪式トルクセンサは、前記入力軸に接続されて回転可能に支持されたセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたト

ルク情報に基づいて前記センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板と、この電子回路基板に対して前記トルク値の温度補正のために前記トルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前記電子回路基板を固定する枠体とを備え、

前記電子回路基板を前記トルク検出手段に対向させると共に近接させて前記枠体に設け、

さらに、この電子回路基板の前記トルク検出手段と対向する面側であって、前記トルク検出手段の最近傍位置に前記温度検出手段を設けると共に、

前記温度検出手段を前記トルク検出手段に対して上方に配置したことを特徴とするパワーステアリング装置

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁歪式トルクセンサ及びこれを用いたパワーステアリング装置に関し、特に、サーミスタを用いて温度補償を行う磁歪式トルクセンサ及びこれを用いたパワーステアリング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、磁歪式トルクセンサは、枠体に軸支されたセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層と、この磁歪層に対向するように設けられた検出コイルと、この検出コイルを励磁する励磁コイルと、前述した検出コイルに接続された電子回路基板とを備えて構成されている。このように構成することにより、励磁コイルが交流電圧で励磁され、センサ軸にトルクが印加されると、検出コイルが透磁率の変化を検出し、トルクに応じた検出電圧が出力され、電子回路基板で増幅されて出力される。しかし、この場合にトルクセンサの動作温度環境により、励磁コイル及び検出コイル等の温度が変化することで、前記トルクの検出電圧が変化し、トルク検出精度が低下するという問題が生じていた。そこで、励磁コイル及び検出コイル等の温度影響による出力誤差を補償する必要があり、この温度補償方法として、一般的に、サーミスタやダイオード等の温度検出手段を電子回路基板で用いる方法が知られている。このサーミスタやダイオードを電子回路基板で用いたトルクセンサが特開平9-145495号公報、特開平7-19971号公報及び特開平9-43072号公報により開示されている。

【0003】 まず、特開平9-145495号公報により開示された磁歪式トルクセンサによれば、検出コイルに生じた交流電圧を整流して負の温度特性を呈する整流手段と、検出コイルの温度変化により出力電圧が正の温度特性を呈するダイオードと、このダイオードからの出力電圧と前記整流手段からの出力電圧とを加算する加算手段とを備えている。このように構成することにより、磁歪式センサの雰囲気温度が変動した場合に、加算

手段がダイオードからの正の温度特性を呈する出力電圧と、整流手段からの負の温度特性を呈する出力電圧とを加算することで、温度補償を行っている。

【0004】また、特開平7-19971号公報により開示されたトルクセンサによれば、検出コイルでハーフブリッジを組み、このハーフブリッジの midpoint から出力された信号を増幅する増幅回路の入力感温抵抗に温度上昇に応じて抵抗値が増大するポジスタを用い、この増幅回路から出力された信号を処理する処理回路の一部を構成する調整回路の負帰還感温抵抗には温度上昇に応じて抵抗値が変化するサーミスタを用いる構成とされている。このように構成することにより、温度が変化すると、増幅回路と調整回路の増幅率がこの温度に応じて各々変化し、作動増幅回路から出力される出力信号の出力特性の傾きが基準温度における出力特性の傾きにほぼ一致し、無トルク時の漏れが解消され、温度変化に対する特性のずれを補正している。

【0005】さらに、特開平9-43072号公報により開示されたトルクセンサによれば、所謂トーションバー式のトルクセンサであって、このトルクセンサの入力軸に取り付けられた第1の多極着磁磁石と、このトルクセンサの出力軸に取り付けられた第2の多極着磁磁石と、オペアンプ、抵抗、コンデンサ等が設けられてなる回路基板と、この回路基板に支持された磁気抵抗パターンが蒸着されたMR基板（被温度検出物）と、回路基板のMR基板支持側の反対側面に設けられた温度補償用のサーミスタとを備えている。このように構成することにより、入力軸にトルクが入力されたことによる第1の多極着磁磁石と第2の多極着磁磁石の間に形成される磁力線のずれや変化を磁気抵抗パターンで検出することで、トルクや入力軸の回転角度を計測している。さらに、磁気抵抗パターンの感度の温度依存性をサーミスタで帰還することにより補償している。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般的に、サーミスタやダイオード等の温度補正手段を用いる場合に、その取り付け位置により検出温度に10℃前後の温度差を生じてしまう場合がある。これは、温度補償の対象となる検出コイル等と温度検出手段との距離が離れた場合に、検出コイル等の温度変化と同様の温度変化をサーミスタが感知することができなくなるからである。そして、特開平9-43072号公報により開示された従来例では、ダイオードが被温度検出物と反対側の基板面に取り付けてあるため、コイルとの距離が離れ、実際のコイル温度との差が拡大し、正確な温度補正を行うことができず、補正誤差が大きくなるという不都合が生じると考えられる。また、特開平9-145495号公報及び特開平7-19971号公報によれば、サーミスタ等の配置位置が何ら特定されておらず、配置位置によってはコイルとサーミスタとの距離が大きくなり、前

述した従来例と同様に、実際のコイル温度との差が拡大し、正確な温度補正を行うことができず、正確なセンサ出力が得られないという不都合が生じると考えられる。さらに、特開平9-43072号公報では、ダイオードを用いて温度補償を行っている。このダイオードでは被温度検出物の温度変化に対する出力特性が直線的なものしか補正できず、一般的に、検出トルクセンサの温度変化に対する出力特性は、複数部品の温度特性が影響するため直線的ではないため、補正誤差が大きくなるという不都合を生じると考えられる。

#### 【0007】

【発明の目的】本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたものであり、コイル等の温度変化によりトルクセンサの出力信号の精度が影響を受けない磁歪式トルクセンサ及びこれを用いたパワーステアリング装置を提供することを、その目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、請求項1記載の発明は、トルクが入力されるセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたトルク情報に基づいて前述したセンサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板と、この電子回路基板に対して前述したトルク値の温度補正のために前述したトルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前述した電子回路基板を固定する枠体とを備えている。さらに、前述した電子回路基板を前述したトルク検出手段に対向させると共に近接させて前述した枠体に設け、さらに、この電子回路基板の前述したトルク検出手段と対向する面側であって、前述したトルク検出手段の最近傍位置に前述した温度検出手段を設けたという構成を採っている。

【0009】このように構成したことで、センサ軸にトルクが加えられると、トルク検出手段がトルクの変化を検出し、トルク算出回路にトルク情報を出力する。そして、トルク算出回路がセンサ軸に加わるトルク値を算出する。この時、トルク検出手段の温度が変化すると、この温度変化を温度検出手段が検出して、電子回路基板に対してトルク値の温度補正のための温度情報を出力するが、温度検出手段とトルク検出手段が最近傍位置にある。このため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差が小さくなり、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。

【0010】請求項2記載の発明は、トルクが入力されるセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するコイル状のトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたトルク情報に基づいて前記センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子

回路基板と、この電子回路基板に対して前記トルク値の温度補正のために前記トルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前述した電子回路基板を固定する枠体と、前述したトルク検出手段の外周面に前述したトルク検出手段の磁束の漏れを小さくするシールドヨークと、前述したトルク検出手段が巻装されたコイルボビンとを備えている。そして、前述した電子回路基板を前述したトルク検出手段に対向させると共に近接させて前述した枠体に設け、前述したコイルボビンの前述した電子回路基板との対向面であって、前述したトルク検出手段が巻装されている近傍に前述した温度検出手段を付設し、さらに、この温度検出手段を接続手段を介して前述した電子回路基板に接続したという構成を採っている。

【0011】このように構成しても、センサ軸にトルクが加えられると、トルク検出手段がトルクの変化を検出し、トルク算出回路にトルク情報を出力する。そして、トルク算出回路がセンサ軸に加わるトルク値を算出する。この時、トルク検出手段の温度が変化すると、この温度変化を温度検出手段が検出して、電子回路基板に対してトルク値の温度補正のための温度情報を出力するが、温度検出手段がコイルボビンに付設されているため、コイルボビンの温度が温度検出手段により空気を介することなく直接検出される。このため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差がなくなり、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。

【0012】請求項3記載の発明は、請求項2記載の磁歪式トルクセンサであって、前述したトルク検出手段を、前述したシールドヨークに予め設けられた切欠き部の内面のコイルボビンに付設したという構成を採っている。

【0013】このように構成することで、予めシールドヨークに設けられた切欠き部内のコイルボビンに温度検出手段を設けることで、容易にコイルボビンに温度検出手段を付設することができると共に、シールドヨークからの磁束の漏れを最小限に抑えることができる。

【0014】請求項4記載の発明は、ステアリングホイールに連結された入力軸と、操舵輪に操舵力を出力する出力軸と、この各々の軸端間に介在する磁歪式トルクセンサと、この磁歪式トルクセンサの検出トルクに応じて前述した出力軸に補助操舵力を付与する動力手段と、これら各部材を収納する主枠体とを有するパワーステアリング装置である。さらに、前述した磁歪式トルクセンサは、前記入力軸に接続されて回転可能に支持されたセンサ軸と、このセンサ軸に形成された磁歪層の透磁率を検出してトルク情報を出力するトルク検出手段と、このトルク検出手段から出力されたトルク情報に基づいて前記センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路と、このトルク算出回路を担持する電子回路基板と、この電子回路基板に対して前記トルク値の温度補正のため

に前記トルク検出手段の温度情報を出力する温度検出手段と、前記電子回路基板を固定する枠体とを備えている。さらに、前述した電子回路基板を前述したトルク検出手段に対向させると共に近接させて前述した枠体に設け、さらに、この電子回路基板の前述したトルク検出手段と対向する面側であって、前述したトルク検出手段の最近傍位置に前述した温度検出手段を設けると共に、前述した温度検出手段を前記トルク検出手段に対して上方に配置したという構成を採っている。

【0015】このように構成したことにより、ステアリングホイールに印加されたトルクは入力軸を介して磁歪式トルクセンサに入力される。トルク検出手段がトルクの変化を検出し、トルク算出回路にトルク情報を出力する。そして、トルク算出回路がセンサ軸に加わるトルク値を算出する。この時、トルク検出手段の温度が変化すると、この温度変化を温度検出手段が検出して、電子回路基板に対してトルク値の温度補正のための温度情報を出力するが、温度検出手段とトルク検出手段が最近傍位置にある。このため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差が小さくなり、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。また、トルク検出手段の温度が上昇した場合に温度検出手段が上方にあるため、暖められた空気は上昇し、上方に設けられた温度検出手段により温度が確実に検出される。

【0016】

【発明の実施の形態】パワーステアリング装置は、ステアリングホイールに印加される回転トルクに応じてステアリングをアシストする。このアシストを行う動力手段として、油圧式のものと、電動式のものがある。本実施形態では動力手段として電動モータを用いた電動式パワーステアリング装置について説明する。尚、以下にコラムタイプの電動式パワーステアリング装置について説明するが、これに限らず、ピニオンタイプ、ラックタイプ等についても同様である。

【0017】〔電動式パワーステアリング装置概略〕本発明の第1の実施形態を図1乃至図5に基づいて説明する。まず、図1及び図2において、符号1は、電動式パワーステアリング装置を示す。電動式パワーステアリング装置1は、図1に示すように、ステアリングホイール（図示を省略する）に連結された入力軸3と、車輪（図示を省略する）に操舵力を付与する出力軸5と、入力軸3と出力軸5との間に設けられてステアリングホイールに加えられたトルクを電圧信号に変換する磁歪式トルクセンサ7とを備えて構成されている。さらに、この電動式パワーステアリング装置1は、磁歪式トルクセンサ7からの電圧信号に応じてステアリングホイールのトルクアシストを行う電動モータ9（動力手段）と、この電動モータ9の出力トルクを出力軸5に伝達する一对の歯車13とを備えている。

【0018】この電動式パワーステアリング装置1は、主枠体（以下、ハンドルコラムハウジング）11で覆われている。このハンドルコラムハウジング11は、ステア25を介して車両本体のハンドルコラム26（図5（B）参照）に固定されている。また、この電動パワーステアリング装置1は後述する筒体19の中間部をクランプ27で車体に支持されている。

【0019】この電動式パワーステアリング装置1の入力軸3は、一方がステアリングホイールに連結され、他方が磁歪式トルクセンサ7のセンサ軸72の入力側と連結部材（図示を省略する）で連結されている。この連結部材は、ベアリング（図示を省略する）を介してハンドルコラムハウジング11に結合された筒体19に固定されている。このため、ステアリングホイールより入力された回転トルクは、入力軸3から連結部材を介して磁歪式トルクセンサ7に入力される。

【0020】また、この磁歪式トルクセンサ7のセンサ軸72の出力側は、歯車13aの略中央部にスプライン結合されている。この歯車13aは一对のベアリング20、21でハンドルコラムハウジング11に回転可能に軸支されている。また、この歯車13aは、電動モータ9の回転軸に接合された歯車13bに噛合している。さらにこの歯車13aのセンサ軸72との結合部側面の反対側面には、出力軸5が一体に形成されている。この出力軸5には、十字トラニオン23スプライン結合されている。

【0021】このため、センサ軸72の出力側から出力された回転トルクは、歯車13aに結合された出力軸5に伝達される。また、これと共に、電動モータ9からの補助トルクが歯車13bを介して歯車13aに伝達され、出力軸5に伝達される。この出力軸5の回転トルクは、十字トラニオン23等を介して操舵輪に付与される。

【0022】次に、ハンドルコラムハウジング11は、図1に示すように、磁歪式トルクセンサ7が挿着されるトルクセンサ部11aと、電動モータ9が固定される電動モータ部11bと、一对の歯車13が収納される歯車部11cとで概略形成されている。この内、トルクセンサ部11aは、後述する磁歪式トルクセンサ7の枠体76に応じた形状とされている。例えば、枠体76のセンサ軸に垂直な断面が略矩形形状の場合には、これを嵌合可能に略断面矩形状の凹部が形成されている。次に、電動モータ部11bには、フランジ部が形成され、このフランジ部に電動モータのフランジ部がボルトで螺着されている。さらに、歯車部11cには、出力軸5方向に開口する開口部が設けられており、この開口部から歯車13a、13bが挿入された後に、カバー11dが装着される。

【0023】〔磁歪式トルクセンサ〕磁歪式トルクセンサ7は、図2（A）及び図2（B）に示すように、枠体

76と、この枠体76に軸支されたセンサ軸72と、このセンサ軸72に形成された磁歪層74と、この磁歪層74に対向するように前記枠体76に巻装されたコイル78と、枠体76の上部に配置された電子回路基板82とを備えて構成されている。

【0024】この磁歪式トルクセンサは、センサ軸72に加えられたトルク量を一对の磁歪層74で磁気の透磁率に変換し、検出コイル78でこの透磁率の差を検出して電気信号に変換する。この電気信号は電子回路基板82により増幅され、図示しない動力制御手段、所謂、EPSコントローラに出力される。この動力制御手段により電動モータ9から出力される補助トルクが制御される。

【0025】この磁歪式トルクセンサ7の内、枠体76は、略断面H字状の一对の支持部76a、76bと、この支持部76a、76bを結合する略円筒状のコイルボビン76cとが一体に形成されている。この枠体76は、センサ軸72の軸方向に垂直な断面が略矩形形状に形成されている。この枠体76をコラムハウジング11のトルクセンサ部11aにはめ込むことにより、磁歪式トルクセンサ7がコラムハウジング11に一体的に固定される。

【0026】この枠体76の支持部76a、76bの略中央部には、各々ベアリング84、86が嵌合されている。この各々ベアリング84、86には、センサ軸72が嵌合されている。これにより、センサ軸72は、枠体76のコイルボビン76cに対して回転自在とされる。また、支持部76a、76bの上端面には、電子回路基板82の支持部が平坦に形成されている。この支持部に電子回路基板82がボルトスクリューで螺着されている。枠体76のコイルボビン76cには、トルク検出手段が設けられている。このトルク検出手段78は所定間隔で巻装された2個のコイルが形成されている。このコイルはブリッジ回路により信号を取り出す検出コイルとこの検出コイルを励磁する交流で励磁される励磁コイルとにより形成されている。各検出コイルからの信号差によりトルクを検出する。このコイル78の間には、このコイル78から電気信号を出力するコイルピン88が直立に設けられている。このコイルピン88には、電子回路基板82が直接接続されている。コイルピン88で電子回路基板82を直接接続することで、ピン（信号線）が短くてすみ、耐ノイズ特性が良好となる。

【0027】さらに、枠体76のコイルボビン76cには、このコイルボビン76c及び検出コイル78を覆うように、シールドヨーク90が設けられている。このシールドヨーク90は軟磁性高抵抗率又は非磁性高伝導率の金属シールド層である。このシールドヨーク90により、コイル78の磁束の漏れが小さくなる。また、シールドヨーク90の後述する電子回路基板82との対向面に、コイルボビン76cを露出するように切欠き部96

が設けられている。この切欠き部96から前述したコイル78間に立設されたコイルピン88がシールドヨーク90の外部に突出されている。

【0028】次に、センサ軸72は、鉄、ニッケルまたはそれらの合金の強磁性体で形成されている。このセンサ軸72の略中央部に一對の磁歪層74が設けられている。この磁歪層74には、トルクが加わると軸の中心方向にプラスマイナス45度の引張応力と圧縮応力が作用する。この引張応力と圧縮応力が加わった方向とでは、透磁率が変わる。この透磁率の差を前記トルク検出手段78が検出する。また、センサ軸72の両軸端部には、スプライン加工が施されている。この両軸端部の中央部側には、溝が設けられている。この溝には、センサ軸72を枠体76のコイルボビン76cに嵌合した後に割リング92が結合される。この割リング92により、センサ軸72が枠体76に対して左右方向（図2で左右方向）の抜けが防止される。

【0029】〔電子回路基板〕次に、電子回路基板82を図3のブロック図に基づいて説明する。電子回路基板82には、前述したトルク検出手段78の検出コイル206と、この検出コイル206を励磁する励磁コイル204とが接続されている。さらにこの電子回路基板82は、励磁コイル204を電流増幅回路（バッファ）202を介して励磁する交流信号発生回路200と、センサ軸に加わるトルク値を算出するトルク算出回路とを備えている。

【0030】このトルク算出回路は、検出コイル206から出力された検出信号を整流する整流回路208、210と、整流された検出信号を比較検討し、その差を出力する比較回路212とを備えている。さらに、トルク算出回路は、比較回路212で求められた値を平滑化（周波数特性を設定）する平滑回路214と、この平滑回路214から出力された値の増幅率（ゲイン）を調整するゲイン調整回路216及び出力電圧の中点を調整する中点調整回路218とを備えている。そして、平滑回路214はローパスフィルタ等で形成されている。

【0031】このように構成された電子回路基板82により、センサ軸72にトルクが加えられると、検出コイル206からトルク情報電圧が出力され、このトルク情報電圧は、整流回路208、210で整流され、比較回路212で差が算出された後に、平滑回路214で平滑化され、さらに、増幅率（ゲイン）及び中点を調整され、トルク値が出力部219から電圧出力される。

【0032】この増幅率調整及び中点調整は、図3に示す演算処理手段を使用して処理される場合と、図4（B）に示すハード的に処理される場合とがある。

【0033】まず、演算処理手段220を使用して処理される場合について説明する。この演算処理手段220は、平滑回路214から出力される値等が入力される入力部と、この入力部からの情報（電圧）を監視する電圧

監視回路部220aと、この電圧監視部220aにより出力された値を演算してゲイン調整回路216及び中点調整回路218に出力する制御回路部220bとで構成されている。この演算手段220は電子回路基板82に設けられており、各種情報を判断処理する所謂、中央演算処理装置（CPU）や各種情報を記憶するメモリー（ROM、RAM）等を備えて構成されている。このメモリーには、例えば、E<sup>2</sup> PROMが使用される。このメモリーには、規定の印加された回転トルクに対する規定の出力電圧データと、印加された回転トルクがゼロに対する規定の出力電圧データと、温度検出手段100からの測定温度に対する補正電圧値データ等が予め保存されている。

【0034】そして、このように構成された演算処理手段220では、平滑回路214とゲイン調整回路216との間の電圧、出力部219から出力される出力電圧、後述する温度検出回路224の信号電圧、及び電源電圧等のその他の部品226の電圧を常に監視している。そして、規定の回転トルク時に規定出力電圧になるように、制御回路部220bが予め設定した値をE<sup>2</sup> PROMから呼び出し、ゲイン調整回路216に対して出力する。このゲイン調整回路216でゲイン調整が行われる。また、回転トルクがゼロ場合に規定出力電圧になるように制御回路部220bが予め設定した値をE<sup>2</sup> PROMから呼び出し、中点調整回路218に対して出力する。この中点調整回路218で中点調整が行われる。さらに、電子回路基板82の各回路のフェール時ににおいて、電圧出力を強制的にHi又はLoする場合は、制御回路部220bからアナログ電圧出力回路222を介して中点調整回路218と出力部219との間の電圧出力回路に直接フェール指令を出力する。

【0035】さらに、演算処理手段220には、温度検出回路224が接続されている。この温度検出回路224は、例えば、図4（A）に示すように、抵抗R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>と、反転増幅器A<sub>1</sub>と、温度検出手段100とにより構成されている。反転増幅器A<sub>1</sub>の正入力端子+は接地又はオフセット電圧V<sub>os</sub>入力されており、負入力端子-は抵抗R<sub>3</sub>を介して抵抗R<sub>1</sub>と温度検出手段100との接続部に接続されている。

【0036】この温度検出手段100にはサーミスタが使用されている。このサーミスタ100は、温度に対してリニア又はログ特性を有する感温素子である。このサーミスタ100は、基本材料であるニッケル（Ni）、マンガン（Mn）、コバルト（Co）等の金属酸化物の粉末を2本の測定用導線と共に焼結されている。この焼結するときの方法や基本材料の組み合わせにより温度に対する抵抗値特性や使用温度範囲を大幅に変えることが可能とされている。サーミスタ100には、例えば、NTCサーミスタ、PTCサーミスタ（ポジスタ）等の種類がある。各々の温度に対する抵抗値特性は、NTCサ

ーミスタは、大略、温度が上昇するに従い抵抗値が下がる特性であり、PTCサーミスタは、大略、温度が上昇するに従い抵抗値が上がる特性である。

【0037】この温度に対する抵抗値特性は、直線性を有するものと、非直線性を有するものがある。この非直線性を有するものでも温度帯域に応じて、直線的に変化する部分と、非直線的に変化する部分がある。このため、温度を検出するセンサとして使用する場合には、直線性を有するもの又は非直線性を有するものの直線的に変化する部分が使用される。

【0038】このように構成された温度検出回路224では、次に示す処理が行われる。この場合に、サーミスタ100の温度特性として温度が高くなると抵抗値が小さくなるものが使用されている。トルク検出手段の温度が高くない場合には、サーミスタ100の抵抗値が高く、抵抗 $R_1$ とサーミスタ100との接続部の電圧である温度検出電圧が高くなる。一方、トルク検出手段の温度が高くなり、温度上昇に応じてサーミスタ100の抵抗値が低下して、温度検出電圧が低下する。そして、この温度検出電圧は、反転増幅器 $A_1$ から負の電圧で、演算処理手段220に出力される。演算処理手段220の制御回路部220bが温度検出電圧により現在温度を算出する。この現在温度に対する補正電圧値をE<sup>2</sup>PRO Mから呼び出し、ゲイン調整回路216及び中点調整回路218に補正値分を増減する指令を出力する。トルク検出手段の温度上昇により、温度検出電圧が大きくなる場合には、これとは逆に電圧値を小さくする出力をする。また、トルク検出手段の温度上昇により、温度検出電圧が小さくなる場合には、これとは逆に電圧値を大きくする出力をする。

【0039】次に、ハード的に処理する場合について説明する。平滑回路214までは演算処理手段220を用いたものと同一に構成されている。中点調整回路120は、図4(B)図に示すように、抵抗 $R_4$ 、 $R_5$ と、サーミスタ101aと、可変抵抗 $VR_1$ 、負帰還抵抗 $R_6$ 、反転増幅器 $A_2$ とにより構成されている。また、ゲイン調整回路130は、抵抗 $R_7$ 、 $R_8$ と、サーミスタ101bと、負帰還抵抗 $R_9$ 、反転増幅器 $A_3$ とにより構成されている。この場合に、サーミスタ101a、101bの特性として温度が高くなると抵抗値が小さくなるものが使用されている。

【0040】このように構成されているため、抵抗 $R_4$ と可変抵抗 $VR_1$ の midpoint から基準電圧が出力されており、トルク検出手段の温度が高くなると、温度上昇に応じてサーミスタ101aの抵抗値が低下して、温度検出電圧が大きくなる。そして、反転増幅器 $A_2$ からは平滑回路214からの出力が基準と一致する負の電圧が出力される。これにより、ゲインの補正が行われる。そして、ゲイン調整回路130では、平滑回路214からの出力と中点調整回路120からの出力を加算すると共

に、サーミスタ101bの抵抗値の変化により、中点の補正と同様にゲインの補正が行われる。

【0041】この中点調整回路120及びゲイン調整回路130での補償は、トルク検出手段の温度変化による出力特性が正（温度が上昇することにより出力が大きくなる）又は負（温度が上昇することにより出力が小さくなる）の温度特性に対し逆の負又は正の温度特性補正を行う。この場合に、トルク検出手段の温度変化による出力特性は、複数の部品の温度特性が影響したり、低温より高温のほうが大きく温度変化に変極点が発生したりするため、非直線性を有している。このため、補正は温度変化に対して、非直線性のサーミスタ101a、101bで実施する。サーミスタ101a、101bは前述したように多種類の非直線性の温度特性を有するものがあるため、補正に適したものを選択することができる。これにより、ダイオードによる直線性だけの補正より、補正誤差の小さい補正が可能となる。

【0042】〔温度検出手段（サーミスタ）の配置〕次に、温度検出手段（サーミスタ）の配置を図1、図2及び図5(A)、(B)により説明する。電子回路基板82はトルク検出手段との間が最短距離になるように枠体76に設けられている。さらに、電子回路基板82のトルク検出手段と最短距離となる位置は、電子回路基板82のトルク検出手段と対向する面側であって、電子回路基板82とトルク検出手段78との対向部であり、第1領域AR1となる。この第1領域AR1にサーミスタ100が配置されている。この第1領域AR1にサーミスタ100を配置することが基板を設計する上で困難な場合には、電子回路基板82とトルク検出手段と対向する面側の第2領域AR2にサーミスタ100を取り付ける。この第2領域は、コイルピン88の近傍でシールドヨーク90の投影面の1/2領域内とされている。このようにサーミスタ100が配置されることにより、サーミスタ100とトルク検出手段との距離が最短距離となり、温度検出精度が上昇する。

【0043】また、磁歪式トルクセンサ7を電動式パワーステアリング装置1に組み付ける際に、サーミスタ100がトルク検出手段の上部になるように設置されている。ここで、上部とは、図5(B)に示すように、車体の上下方向の垂直軸Xに対してセンサ軸72の中心とサーミスタ100を結んだ直線Yの角度 $\alpha$ が $\pm 45$ 度以内となることをいう。このため、トルク検出手段78の温度が周囲温度より高い場合、トルク検出手段78の周辺空気は暖くなり、暖められた空気は上方に移動する。この時、トルク検出手段の上方にサーミスタ100があれば、その温度を容易に検出可能であり、トルク検出手段の温度検出精度がさらに向上する。

【0044】本発明の第1の実施形態の作用を図1及び図5(B)に基づいて簡単に説明する。ステアリングホイールに印加されたトルクは入力軸3を介して磁歪式ト



トルクセンサ7に入力される。トルク検出手段78がトルクの変化を検出し、トルク算出回路にトルク情報を出力する。そして、トルク算出回路がセンサ軸72に加わるトルク値を算出する。この時、トルク検出手段78の温度が変化すると、この温度変化をサーミスタ100が検出して、電子回路基板82に対してトルク値の温度補正のための温度情報を出力するが、サーミスタ100とトルク検出手段78が最近傍位置にある。このため、サーミスタ100とトルク検出手段78との温度差が小さくなり、温度検出精度が向上し、トルク検出手段78の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。さらに、トルク検出手段78の温度が上昇した場合にサーミスタ100がトルク検出手段78の上方にあるため(図5(B)参照)、暖められた空気は上昇し、サーミスタ100により確実に温度検出される。

【0045】〔第2の実施形態〕第2の実施形態を図6及び図7(A)、(B)に基づいて説明する。図6

(A)に示すように、前述したシールドヨーク90の切欠き部96から露出するコイルボビン76cに凹部94が形成され、さらに、サーミスタ100が設けられるサーミスタ基板102を有する点で異なる。まず、凹部94は、図7(B)に示すように、コイルピン88の間に、サーミスタ100が密着する大きさで設けられている。また、サーミスタ基板102は、図7(A)に示すように、略長方体であり、中央部の下面(図7(A)の下方)にサーミスタ100が付設され、このサーミスタ100の接続ピン104がサーミスタ取り付け面と反対側面に立設されている。さらに、コイルボビン76cに立設されたコイルピン88が嵌合される孔102bが各々の接続ピン104を挟むように並設されている。こ

こで、接続ピン104の他に、ハーネスやジャンパ線を用いることも可能である。

【0046】このサーミスタ基板102のシールドヨーク90への取り付けは次のように行われる(図7(B)参照)。まず、サーミスタ基板102に設けられた孔102bをコイルボビン76cに立設されたコイルピン88に嵌合した後に、サーミスタ基板102の下面に設けられたサーミスタ100が凹部94に密着するように挿入することによりサーミスタ基板102がコイルボビン76cに対して位置固定される。このように密着するように挿入することでコイルボビン76cの温度が空気を介さず、サーミスタ100に伝達される。この場合に、凹部94を設けることなくシール剤等により、サーミスタ100をコイルボビン76cに接着することも可能である。

【0047】次に、コイルピン88及び接続ピン104を電子回路基板82に設けられた孔82bに挿入して磁歪式トルクセンサ7の枠体76の上面に取り付ける。その後、コイルピン88及び接続ピン104と電子回路基板82とを半田付けする。

【0048】このようにサーミスタ100をコイルボビン76cに設けることにより、サーミスタ100とトルク検出手段78がコイルボビン76cを介して直接接触しているため、空気を介することなくトルク検出手段78の温度がサーミスタ100に直接伝達されるため、サーミスタ100とトルク検出手段78との温度差が小さくなる。

【0049】前述した第2の実施形態では、シールドヨーク90の切欠き部96から露出するコイルボビン76cに凹部94が形成し、この凹部94にサーミスタ100を付設したが、これに限らず、シールドヨーク90の電子回路基板82との対向面であって、トルク検出手段78が巻装されている近傍にコイルボビン76cが露出する凹部を設け、この凹部にサーミスタ100を付設することも可能である。こうすることによっても、サーミスタ100とトルク検出手段78がコイルボビン76cを介して直接接触しているため、空気を介することなくトルク検出手段78の温度がサーミスタ100に直接伝達されるため、サーミスタ100とトルク検出手段78との温度差が小さくなる。

【0050】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、電子回路基板をトルク検出手段に対向させると共に近接させて設け、さらに、電子回路基板のトルク検出手段と対向する面側であって、トルク検出手段の最近傍位置に温度検出手段を設けたことにより、温度検出手段とトルク検出手段が最近傍位置にあるため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差が小さくなる。このため、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。

【0051】請求項2記載の発明によれば、電子回路基板をトルク検出手段に対向させると共に近接させて枠体に設け、さらに、コイルボビンの電子回路基板との対向面に温度検出手段を付設することにより、温度検出手段がコイルボビンに付設されているため、コイルボビンの温度が温度検出手段により空気を介することなく直接検出される。このため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差がなくなり、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。

【0052】請求項3記載の発明によれば、予めシールドヨークに設けられた切欠き部の内面のコイルボビンに温度検出手段を設けることで、容易にコイルボビンに温度検出手段を付設することができると共に、シールドヨークからの磁束の漏れを最小限に抑えることができる。

【0053】請求項4記載の発明によれば、電子回路基板をトルク検出手段に対向させると共に近接させて設け、さらに、電子回路基板のトルク検出手段と対向する面側であって、トルク検出手段の最近傍位置に温度検出手段を設けたことにより、温度検出手段とトルク検出手

15

段が最近傍位置にあるため、温度検出手段とトルク検出手段との温度差が小さくなる。このため、温度検出精度が向上し、トルク検出手段の温度変化に対する補償が確実に行えることとなる。また、トルク検出手段の温度が上昇した場合に温度検出手段が上方にあるため、暖められた空気は上昇し、上方に設けられた温度検出手段により温度が確実に検出される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の電動式パワーステアリング装置の縦断側面図である。

【図2】図1の磁歪式トルクセンサの詳細図であり、図2(A)は縦断側面図で、図2(B)は図2(A)のB-B矢視図である。

【図3】図2の磁歪式トルクセンサに設けられた電子回路基板のブロック図である。

【図4】図2の磁歪式トルクセンサに設けられた電子回路基板の回路例で、図4(A)は温度検出回路の回路例で、図4(B)は中点調整及びゲイン調整の回路例である。

【図5】図2の磁歪式トルクセンサのサーミスタ取り付け位置の詳細図で、図5(A)は図2(A)の上面図であり、図5(B)は電動式パワーステアリング装置を車体に取り付けた場合の出力軸側からみた図である。

【図6】本発明の第2の実施形態の磁歪式トルクセンサ

16

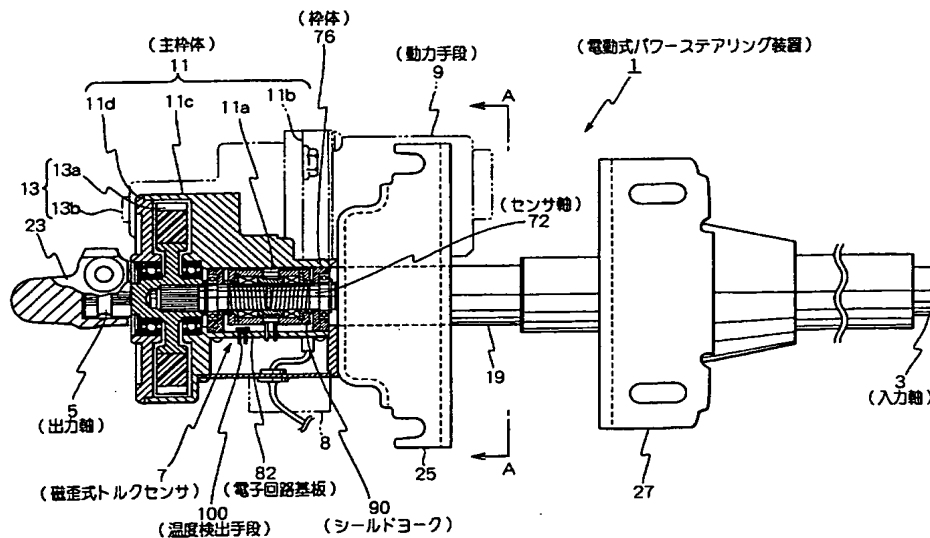
を示す図で、図6(A)は縦断側面図で、図6(B)は図6(A)のC-C矢視図である。

【図7】図5の磁歪式トルクセンサのコイルボビンに付設されるサーミスタ基板を示す図で、図7(A)はサーミスタ基板にサーミスタが付設された状態を示す図で、図7(B)はサーミスタ基板のコイルボビンへの取り付け状態図である。

#### 【符号の説明】

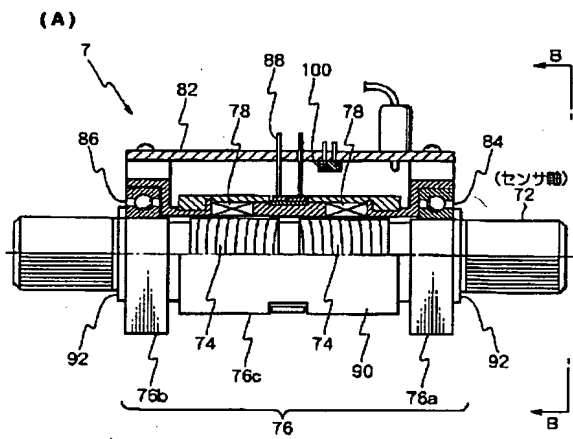
- 1 電動式パワーステアリング装置
- 3 入力軸
- 5 出力軸
- 7 磁歪式トルクセンサ
- 9 動力手段（電動モータ）
- 11 主枠体（ハンドルコラムハウジング）
- 72 センサ軸
- 74 磁歪層
- 76 枠体
- 76c コイルボビン
- 78 トルク検出手段
- 82 電子回路基板
- 90 シールドヨーク
- 96 切欠き部
- 100 温度検出手段（サーミスタ）

【図1】

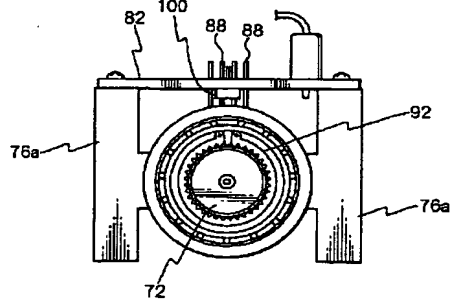


BEST AVAILABLE COPY

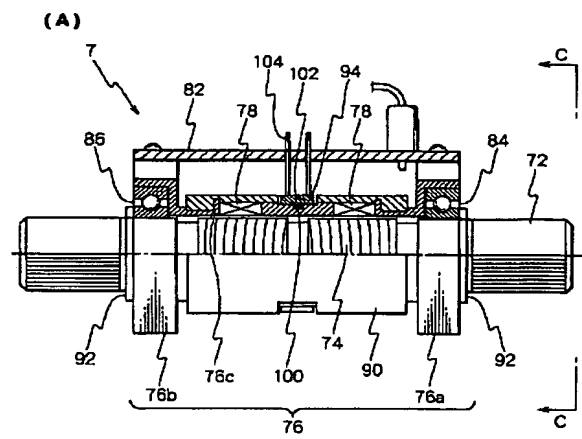
【図2】



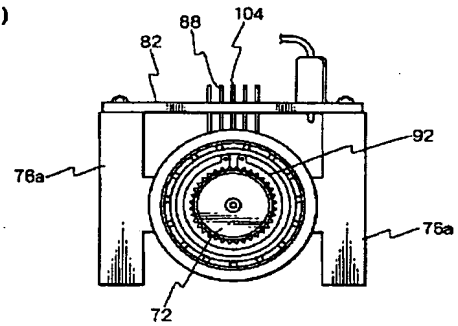
(B)



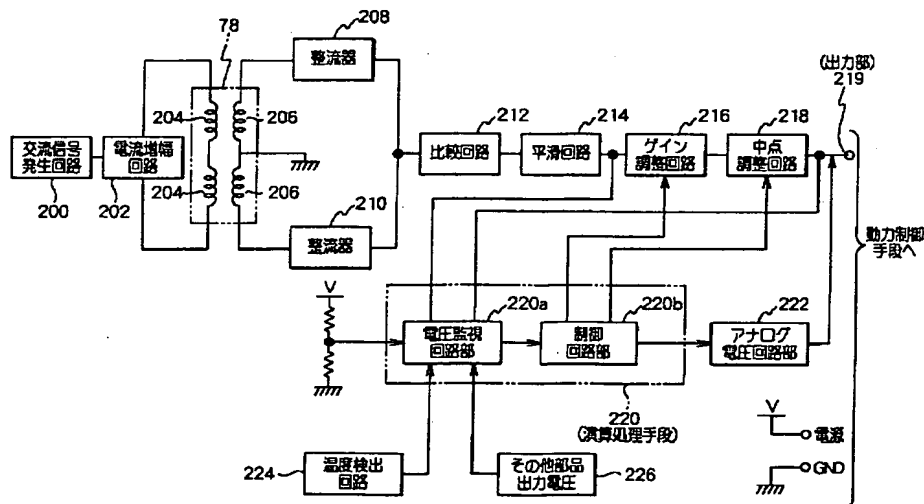
【図6】



(B)

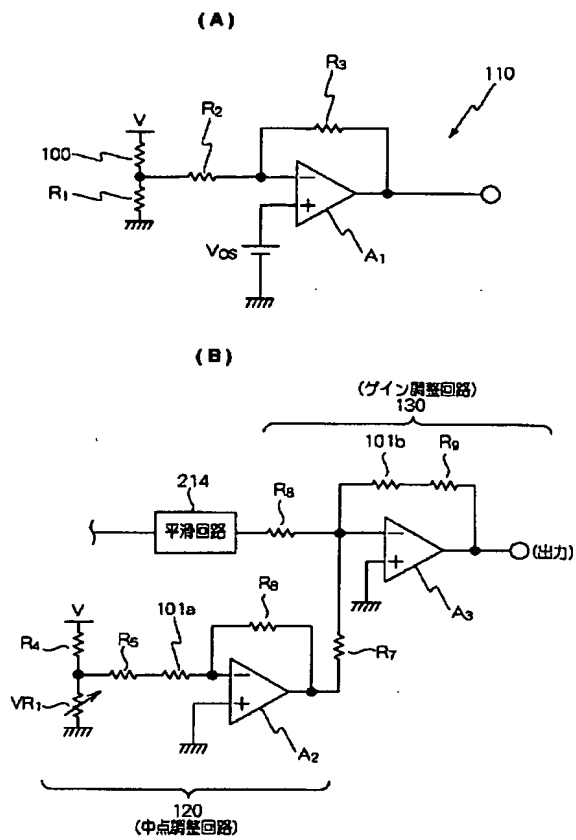


【図3】

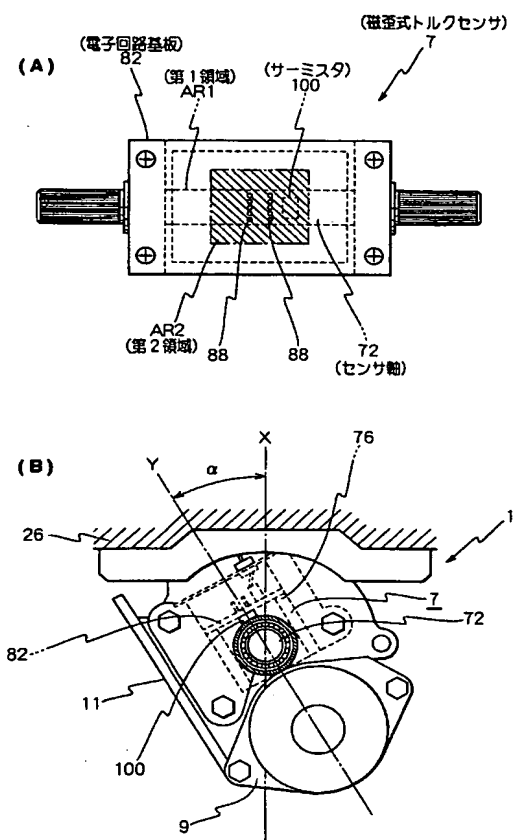


BEST AVAILABLE COPY

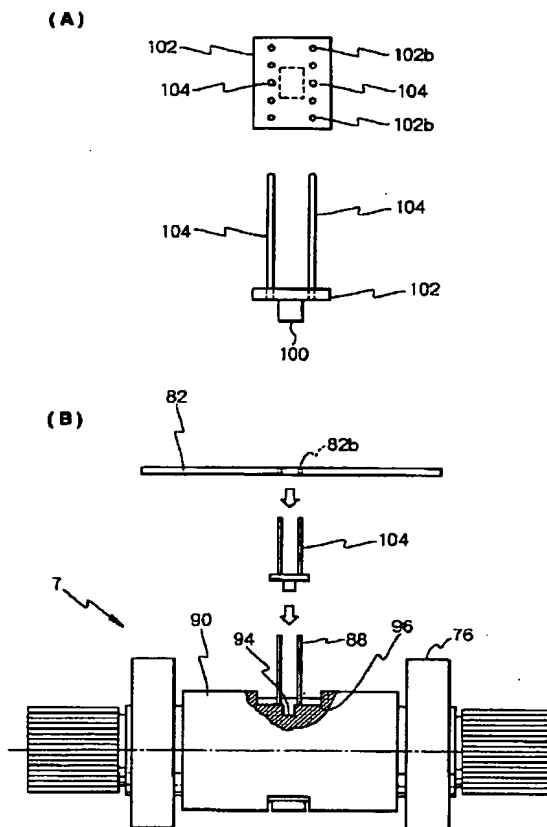
【図 4】



【図 5】



【図 7】



BEST AVAILABLE COPY